

物流における地理情報システム（GIS）の活用法

増 田 悦 夫

あらまし

紙地図のデジタル化が進んでいる。デジタル化により、位置に関する情報とそれを取り扱うソフトウェアから構成される地理情報システム（GIS：Geographic Information System）の応用が果てしなく広がる。集荷や配送など地球上での物の移動に関する営みを基本とする物流においても深い関連があるため、今後の高度化において無視することができない技術のひとつである。

本論文では、物流におけるGISの活用法について基本的な整理を行い、現状の活用レベルを検証するとともに今後期待される活用法の提案を行う。まず、GISの概念、サービスの利用形態、標準化の動向など、GISの進展について概観する。続いて、最近の物流が抱えている課題を整理するとともに、課題の解決のためにGISがどのような役割を果たし得るかの観点からGISの用途を整理する。さらに、物流分野における現状の活用例を示し活用のレベルを検証するとともに、今後期待されるGISの新たな活用法として、一般消費者向け求車求荷型配送サービスの実現支援、貨物・荷物の流れ量の分析支援、配送トラブルの原因分析支援を提案する。

キーワード

GIS, 地理情報, 物流, 配車計画, 動態管理, 拠点分析, 物流トラフィック

1. まえがき

紙地図の電子化（デジタル化）が急速に進んでいる^{[1]~[5]}。デジタル化されることによって、地図情報の加工、関連する他の情報との結合、音声・映像など他のメディアとの連携、他のシステムとの情報交換などが容易に行えるようになり、正に地図の応用が果てしなく広がる。このような状況から、デジタル化された地図とそれに何らかの形で関連づけられた情報とを結びつけて扱うシステム、即ち、地理情報システム（GIS：Geographic Information System）の研究・開発が活発である。政府や民間など様々な分野での検討が活発に進められている。

集荷や配送など地球上での物の移動に関する営みを基本とする物流においても深い関連があるため、今後の高度化において無視することができない技術のひとつである。

現状、配車計画や荷物追跡などにおいて利用されているものの、これで十分であるかどうかを検証する必要があるとともに、新たな応用の可能性についても考察が必要と考えられる。

本論文では、物流におけるGISの活用法について基本的な整理を行い、現状の活用レベルを検証するとともに今後期待される活用法の提案を行う。まず、GISの概念、サービスの利用形態、標準化の動向など、GISの進展について概観する。続いて、物流への活用の考え方を整理する。即ち、最近の物流が抱えている課題を整理するとともに、課題の解決のためにGISがどのような役割を果たし得るかの観点からGISの用途を整理する。さらに、物流分野における現状の活用例を示し活用のレベルを検証するとともに、今後期待されるGISの新たな活用法として、一般消費者向け求車求荷型配送サービスの実現支援、貨物・荷物の流れ量の分析支援、配送トラブルの原因分析支援を紹介する。

2. GISの進展

2. 1 GISの概念と特徴

GISは地球上の位置と何らかの関連性を持った情報（空間データ）を取り扱うシステムであり、例えば「地理的位置を手がかりに、位置に関する情報を持ったデータ（空間データ）を総合的に管理・加工し、視覚的に表示し、高度な分析や迅速な判断を可能にする技術」のような定義がされている^[6]。昭和40年代から研究が開始され特に新しい技術ではないが、1995年1月の阪神・淡路大震災を契機に活用の必要性が認識され、コンピュータの性能向上、通信・ネットワーク技術の進展、電子（デジタル）地図の登場などの背景も受けて、1990年代の後半から研究や開発が活発化し今日に至っている。

図1にGISの概念^[7]を示す。GISは、様々な空間データと、それを加工・分析・表示するためのソフトウェアから構成される。GISでは、空中写真や統計データなど様々な

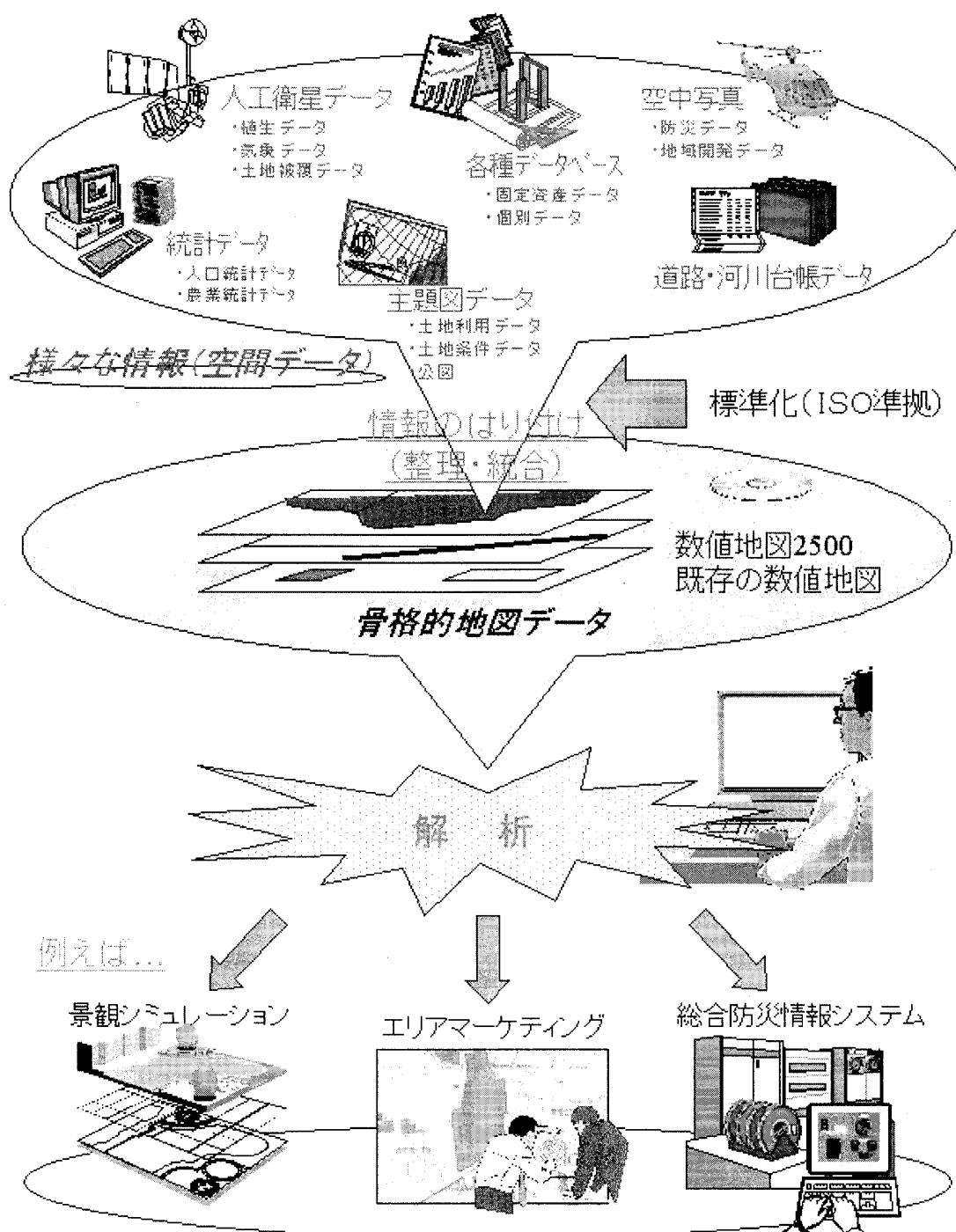


図1 GISの概念^[7]

データを層（レイヤー）ごとに分けて管理し、位置をキーにしてこれらを基盤的な地図データの上に結びつける。これにより、相互の位置関係の把握、データ検索と表示、データ間の関連性の分析などが可能となる。

GISによる解析の結果、様々な情報が整理され、視覚的にわかりやすい形で表現する

ことができる点、即ち、位置に関連付けられた情報の可視化という点に特徴がある。

2. 2 GISのサービス形態

GISのサービス形態は、1台のコンピュータに閉じたスタンドアロン型が基本であるが、複数のクライアントで共有するネットワーク型も考えられる。即ち、表1のように分類することができる。

最近では、インターネットの普及、携帯電話などモバイル通信の進展などに伴い、GISをインターネット経由で共有できる形態に期待が高まっており、それに関する研究・開発が活発である。Web-GIS、モバイルGISなどと呼ばれる。

(1) Web-GIS

図2は、インターネットを介して利用できるWeb-GISの一例^[8]である。このシステムは、簡易Web-GIS構築ツールによって、背景となる地図の上に、県や市が所有する

表1 GISの利用形態

(1)	スタンドアロン型		
(2)	ネットワーク型	イントラネット	
(3)		インターネット	固定端末 (WEB-GIS)
(4)			移動端末 (モバイルGIS)

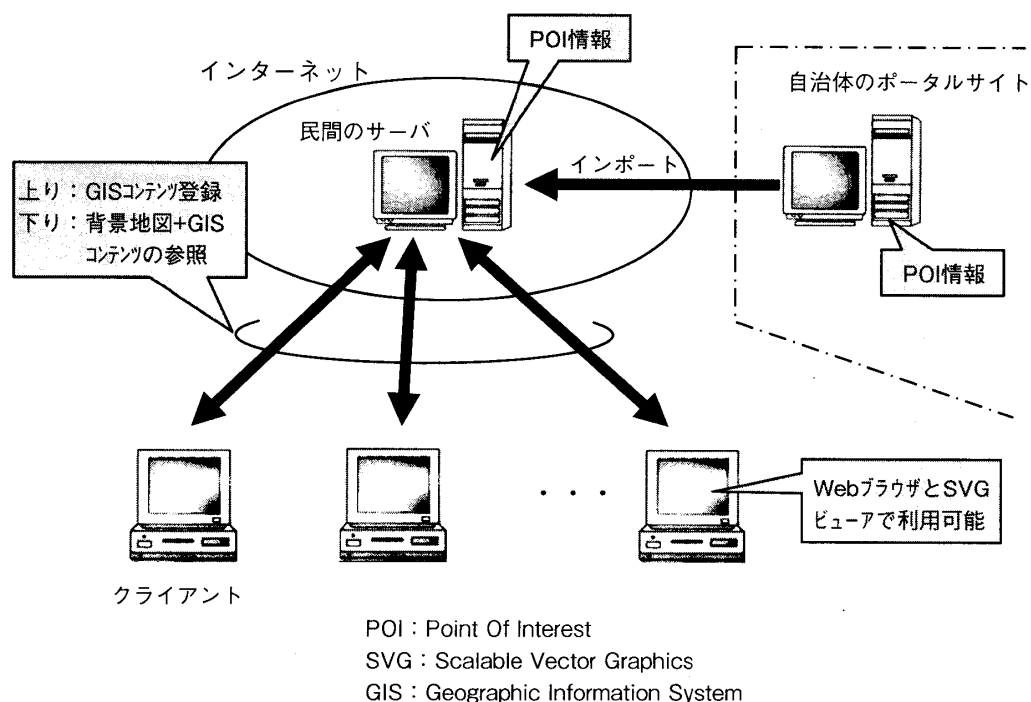


図2 Web-GISの例 (e-G Frontend^[8])

POI（Point Of Interest、関心地点）情報と市民や企業などが所有するPOI情報とを重畳・公開できるようにしたものである。地図上に位置づけられた設備情報や店舗情報などのPOI情報をインターネット上で参照したり、登録したりできるためには標準的なデータ形式の使用が必要となるが、このシステムでは、標準的な記述形式として、XML（eXtensible Markup Language）のGIS版とも言われるG-XML（あるいはJISX7199）^[9]を用いている。G-XMLの他には、GML（Geography Markup Language）^{[10][11]}などが規定され用いられている。

(2) モバイルGIS

これは、移動体端末（モバイル）の位置情報を直接利用する形態で、位置情報サービス（LBS：Location-Based Services）と呼ばれる。図3に示すように、(1)追跡型のサービス（トラッキングサービスとも言われる）と(2)ナビゲーション型のサービス（ディレトリサービスとも言われる）の2つに分類される^{[12][13]}。位置の情報はGPSや携帯電話網で管理しているエリアコードから取得される。地図と移動体とを組み合わせる表示する種々のサービス^[14]が提供されている。

2. 3 標準化の動向

空間情報の利用形態が多様多様の地理情報について、重複投資を回避し相互に利用し合える仕組み作りの必要性から標準化が積極的に進められている。国際的にはISOにおいて標準化が進められている。わが国では、政府（国土交通省）や民間により検討が行われ、JIS化が進められている状況である。標準化の対象としては、情報の記述言語、空間情報の構造、GISの応用サービスなどに分類でき、以下に示すようなところで、標準化に関する検討が進められている。

① 情報の言語記述法とソフトウェア

・・・ISO/TC211あるいはOGC（米）のGML、DPC（日本）のG-XML

② 基盤となる空間情報の内容と構造

・・・ISO/TC211, JSGI（地理情報標準、日本）

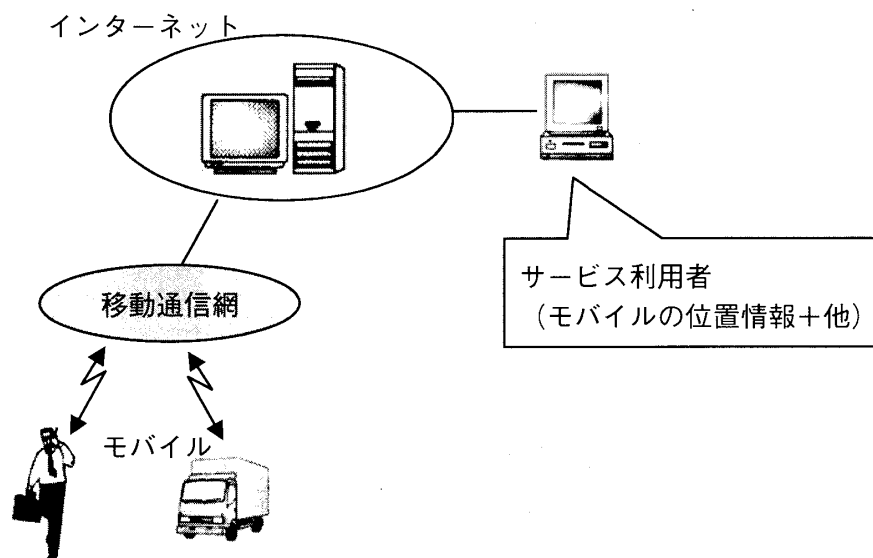
③ 各種応用技術

・・・ISO/TC204のITS（Intelligent Transport System）

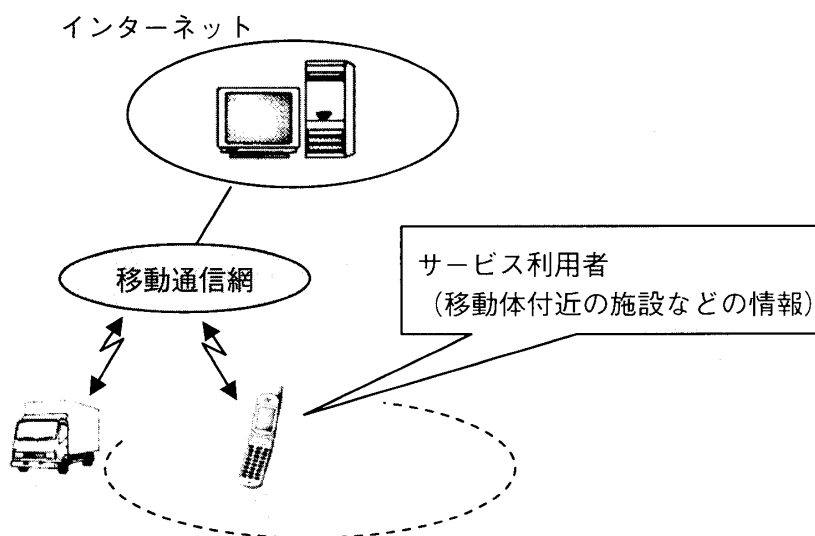
ISO/TC211のLBS（Location-Based Services）

3. 物流における活用の考え方

物流への活用法を考えるに当たっては、物流における最近の状況から課題を抽出し、それらの課題を解決させるためにGISがどのような役割を果たし得るかを考察する必要がある。この観点から、物流分野におけるGISの用途を整理する。さらに、物流分野で



(a) トラッキングサービス



(b) ディレクトリサービス

図3 モバイルGISの利用形態

の活用例を検証し、今後期待される活用法を明確にする。

3. 1 物流の最近の状況と課題

物流を取り巻く外部状況の変化などから最近の物流は大きな変革を迫られつつある。最近の状況から抽出した課題は以下のように整理できる。

(1) 物流コストの削減

景気の低迷による需要の減少，消費者ニーズの多様化に伴う多品種・小口配送割合の増加などから，実車率，積載率の低い非効率な配送を余儀なくされやすい。配送効率の向上による余剰コストの削減が基本的な課題である。

(2) 多頻度・小口（少量）需要への対応

インターネットの普及による電子商取引の進展により，インターネットを利用した買い物は今後益々増えていくものと予想される。企業対企業の取引の他に企業対個人の形態の取引が増していくものと考えられる。買い物をする一般消費者の所在はランダムな場所であり，多品種・小口という特徴を有している。ランダムな場所に位置する荷主から，ランダムに発生し得る荷物配送の依頼に効率よく対応する方式の実現が今後の課題となる。

(3) 付加価値付配送の導入

2003年4月の郵政公社の発足に伴い，従来の宅配業者の他に，バイク便など新たな業者の参入が増加しつつある。これにより，配送業者間の競争は一層熾烈化する様相を呈している。この結果，配送サービスに対する荷主の要望は多様化並びに高度化する傾向となる。このような状況下の配送に求められるのは，荷物配送状況のきめ細かい管理，トラブルに対する補償付配送など，付加価値をつけたサービスメニューの充実である。

(4) 環境重視の物流

物流による環境汚染の問題は深刻であり，大型車については速度抑制装置（スピードリミッター）の装着が義務付けられ（2003年9月），首都圏のディーゼル車にはディーゼル微粒子除去装置（DPF：Diesel Particulate Filter）の装着が必要となっている（2003年10月～）。また，国土交通省は，2003年度に引き続き，モーダルシフト促進策として，効率的で環境負荷の小さい物流体系の構築を促進するプログラムを策定しつつあり，モーダルシフトを真剣に検討する時期がやってきている。このような状況から，特にトラック業界において，環境保護重視の物流の実現が求められつつある。

3. 2 課題に対しGISが果たすべき役割

前節で整理した個々の課題に対し，GISがどのような役割を果たし得るかについて考察する。

(1) 物流コストの削減とGIS

この課題への対応策としては，同業者間で協定し，共同配送を行うか，あるいは共同物流センターの設置により，実車率や積載率を向上させる方策が有効である。また，求車求荷方式も効率化の対応策である。

共同配送を行う上で，荷主の荷物の集荷や配送先への配送をどのようなタイムスケジュールで，またどのような配送ルートで実施するかを計画する必要がある，配送管理

者の立場からは、その結果は地図と組み合わせて視覚的に表現されるのが望ましい。また、新たに物流センタを構築するに当たっては、配送需要の内容（即ち、始点、終点、品目、嵩・重量など）、荷主の分布、などの情報の分析に基づく立地の検討が必要となる。

以上により、集荷地・配送先、配送ルート、配送需要の内容、荷主の分布などをGISを用いて視覚的に表示する役割は大きい。

(2) 多頻度・小口（少量）需要への対応とGIS

一般消費者などランダムな場所に位置する荷主から、ランダムに発生し得る配送需要に効率よく対応するためのひとつの方策として、ある限られた狭い地域の配送とそれらの地域間の配送とに階層化を図り、複数の配送手段を併用する方法が考えられる。例えば、限られた狭い範囲のバイク便とそれらの地域を結ぶ比較的長距離の配送を分担するトラック便との併用方式である。荷主と業者との契約が効率よく行えるように求車求荷方式を一般消費者向けに特化した方式の適用も有効と考えられる。

ランダムな場所から、ランダムな時刻に発生し得る荷主から配送依頼に対し、集荷、配送を効率よく行う際、当該荷主の位置を中心としてあるエリア内での配送車両の手配の可否がサービスの良否を左右する。即ち、GISによって荷主や車両の地図上での位置関係を表示することにより、配車の対応が容易となり、サービスのきめ細かい管理が可能となる。この観点からGISの果たす役割は大きいと考えられる。

(3) 付加価値付配送の導入とGIS

荷物配送状況のきめ細かい管理、トラブルに対する補償付配送など、付加価値をつけたサービスメニューの充実を図るために、配送荷物やそれを運ぶ車両の状態、即ち、現在位置や状態をリアルタイムに把握できるようにしておくことが望ましい。また、配送途中でトラブルが発生しても、それによる原因を早急に追究し、原因内容に従って発生した損害を補償できる仕組みを備えるような対応が求められる。

移動体の現在地をリアルタイムに監視したり、トラブルの発生箇所の統計情報を表示して原因分析を行う際に、GISの活用が期待される。

(4) 環境重視の物流とGIS

環境保護への対応策としては、共同配送化、共同物流センタの設置による配送の効率化、モーダルシフトの推進などが考えられる。

共同配送や物流センタの設置に関するGISの役割については、上記の(1)で示したとおり大きいものと考えられるが、モーダルシフトの推進においても、物流センタの立地の分析と同様に、配送需要の内容（即ち、始点、終点、品目、嵩・重量など）、荷主の分布、などの情報の分析に基づくシフトの可否に関する検討が必要となる。

配送需要の内容、荷主の分布などについて、GISにより視覚的に表示できると、物流に対し果たす役割は大きいものとなる。

以上の考察に基づく整理結果を表2に示す。

3. 3 物流におけるGISの用途

以上の考察で明確にされたGISの活用性に基づき、GISの用途を整理する。ここでは、物流業務の計画段階、遂行段階、評価段階（経営計画段階）のいずれにおいて用いるかの観点から分類整理することとした。

(1) 業務の計画段階

①配車・配送計画の策定

どこから（始点情報）、どこへ（終点情報）、誰が（配送主体の情報）、誰のために（顧客情報）、何を（荷物情報）、いつ（日時情報）、どのように（配送手段・経路・品質・料金などの情報）運ぶか、といった計画を立てるために用いることができる。顧客の分布、拠点の位置、配送経路、距離など、地図をベースにした計算やシミュレーションにより、効率的な配送計画を作成できる上、計画内容を地図上に視覚的に表示できるため、配送ミスが軽減できる効果も期待できる。この場合の利用形態は、配車・配送計画の策定と結果の関係者への配布のみであるため、スタンドアロン型あるいはイントラネット型と考えられる。

(2) 業務の遂行段階

②荷物・車両のリアルタイム追跡（荷物・車両などの可視化^[15]）

表2 物流の課題とGIS活用性

物流の課題	課題に対する方策	GISの一般用途 ^[12]						
		目的の場所や情報の検索・入手	経路の探索	地域情報の分析や評価	マーケティング分析や顧客の管理	目的物の追跡や異常の検出	事故の分析や道路の管理	目的に応じた地図の作成
(1) 物流コストの削減	・共同配送化 ・共同物流センタ化 ・求車求荷方式	・集荷地・配送先の検索 ・指定エリア内空車検索	集荷先や配送先までのルート検索	配送需要（貨物・荷物の流れ量など）の分析	荷主の分析や管理。物流センタなどの立地検討	荷物や車両の追跡	—	時間帯別・品目別・モデル別の配送地図作成など
(2) 多頻度・小口需要への対応	・複数モデル併用による最適配送 ・求車求荷方式				荷主の分析や管理。積替え拠点などの検討		—	
(3) 付加価値付配送の導入	・配送状況のリアルタイム追跡（可視化） ・トラブル補償付配送	—	—	—	—		配送トラブル箇所の統計表示など	
(4) 環境重視の物流	・共同配送 ・共同物流センタ ・モデルシフト	・集荷地・配送先の検索 ・指定エリア内空車検索	集荷先や配送先までのルート検索	配送需要（貨物・荷物の流れ量など）の分析	荷主の分析や管理。物流センタなどの立地検討		—	

時間とともに変化する荷物や車両の状態が当事者だけでなく、オフィスなどにいる第三者に見えるようになってくると配送管理やサービス管理などの面で望ましい。最も基本的な位置情報を地図と結び付けて表示することによって、計画通り遂行しているか否かの判断が容易に行え、逸脱した時でもタイムリにアクションをとることが可能となるといった効果が期待できる。荷物の個体識別のためのICタグや移動体の位置識別のためのGPSと連携させた使い方が基本となる。利用形態は、モバイルGIS型となる。

③求車求荷方式におけるマッチング支援

空車を求める荷主と荷物を求める業者とのマッチングを如何にとるかが、求車求荷方式の基本的課題である。求車求荷方式はもともと実車率の向上が狙いであるため、空車状態で走る距離を極力減らせる方式がよい。従って、マッチングの可否の判断条件に、荷主を中心とした同心円についての空車車両の有無、あるいは逆に空車車両を中心とした同心円についての荷主の有無の情報が必要となる。荷主や空車車両の地図上での分布状態をリアルタイムに監視することにより、マッチングを有効に行うことが可能となる。利用形態は同様にモバイルGIS型となる。

(3) 業務の評価段階（経営計画段階）

④物流センタなどの拠点分析・モーダルシフトの検討支援

物流センタを設置したり、トラックから鉄道へなどのモーダルシフトを図るためには、荷主の地理上の分布、貨物・荷物の流れの種別・量（これを「物流トラフィック交流」と呼ぶことにする）と利用手段などの基礎データが必要となる。これらのデータが地図上に視覚的に表示されることによって、物流センタ設置の効用、モーダルシフトの可能性を直感的に把握しやすくなる。最終的に本格的なシミュレーションを行う場合でも、検討の最初のステップとして、シミュレーション範囲を絞り込み検討コストを抑える効果が期待できる。なお、この場合、物流トラフィック交流のデータをICタグを利用して収集するなど、収集のための工夫が必要となる。この場合の利用形態は、スタンドアロン型が基本と考えられるが、より広範囲な物流トラフィック交流データを収集して表示するとなるとWeb-GIS型がより望ましいと考えられる。

⑤配送トラブルの分析

競争が熾烈化するこれからの物流には配送の品質も大きく問われることになる。届け時刻に遅れた、数量が合わない、破損あるいは腐った状態で届いた、などのトラブルに対して、原因を明らかにして再発防止策を講じなければならない。配送の過程で発生したトラブルの情報を地図上の位置と対応づけて蓄積し、その統計を地図上に表示させることによって、トラブルとの因果関係がないかを分析すること（データマイニング）が可能と考えられる。利用形態は、スタンドアロン型が基本と考えられる。

以上、整理した物流におけるGISの用途を表3に示す。

表3 物流におけるGISの用途

No	物流における用途	内容と期待される効果	利用形態	物流課題との関係			
				(1)	(2)	(3)	(4)
業務計画段階	① 配車・配送計画の策定	<ul style="list-style-type: none"> どこから、どこへ、何を、いつ、どのようなルートで運ぶか、などの計画を地図データを基に立案する。 地図をベースとしているため、配送の効率化、配送ミスの軽減が期待できる。 	スタンドアロン型／イントラネット型	○	○		○
	② 荷物・車両のリアルタイム追跡	<ul style="list-style-type: none"> 荷物や車両の状態を地図と結びつけて表示し、計画通り遂行されているかなどを監視する。 配送状況が可視化され、計画から逸脱した際にもタイムリな対応が可能となる。 	モバイルGIS型	○	○	○	○
業務遂行段階	③ 求車求荷方式のマッチング支援	<ul style="list-style-type: none"> 荷主や空車車両の分布を地図上に表示し、求車求荷方式でマッチングをとる際の参照する。 荷主と空車車両との位置を考慮したマッチングが可能となるため、実車率の面での効率向上が期待できる。 	モバイルGIS型	○	○		○
	④ 物流センタなどの拠点分析・モーダルシフトの検討支援	<ul style="list-style-type: none"> 荷主の分布や物流トラフィック交流を地図上に視覚的に表示し、物流センタ設置の効用、モーダルシフトの可能性を直感的に把握する。 本格シミュレーションの実施範囲を絞り込むため、検討コストを抑えられる。 	Web-GIS型	○	○		○
経営計画段階	⑤ 配送トラブルの分析	<ul style="list-style-type: none"> 配送の過程で発生したトラブルの情報を地図上の位置と対応づけて蓄積し、その統計を地図上に表示させる。 トラブルが地図上の位置と因果関係がないかを分析できる。 	スタンドアロン型			○	

物流課題：(1)物流コストの削減 (2)多頻度・小口配送への対応 (3)付加価値付配送の導入 (4)環境重視の物流

4. 物流におけるGIS活用の現状と今後に向けての考察

4. 1 物流におけるGIS活用の現状

物流分野におけるGIS活用の現状を示し、前章で整理した用途との関係から現時点の活用レベルを検証する。現在、知られている主要な活用例は、配車・配送計画支援、動態管理システム、物流拠点計画支援の3種である。代表例を以下に示す。

(1) 配車計画支援システム（スタンドアロン型／イントラネット型）

従来から比較的多く利用されているシステムである。配送先情報、各種配送条件などを入力し、配送台数や配送経路を最適とするような配車結果を出力する。図4は、配車計画支援システムの一例^[16]である。配送先情報（顧客名、住所、品目、数量など）に

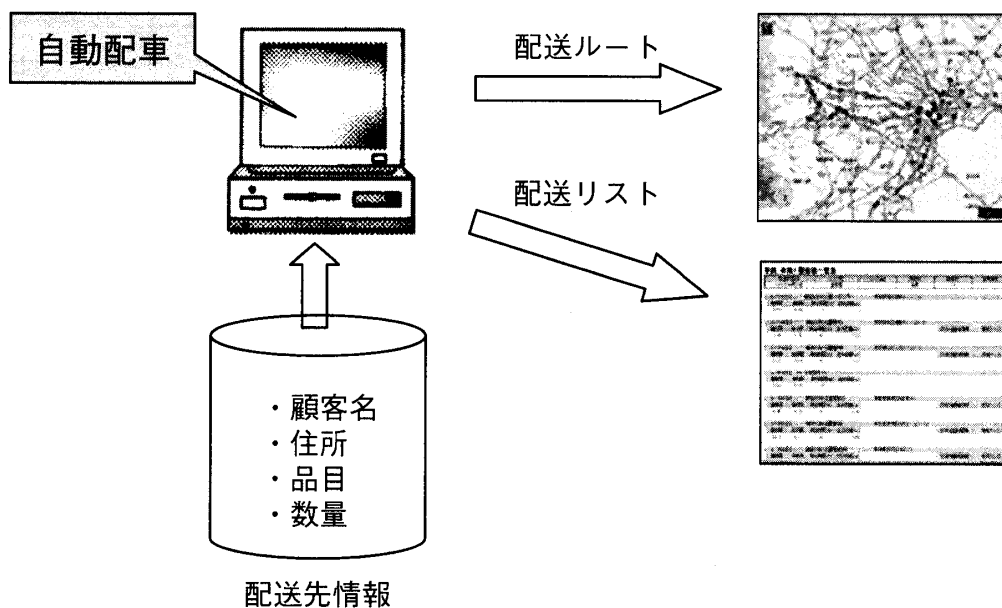


図4 配車計画支援システムの例^{[16][17]}

対し、積載量や時間指定などの配送条件の下で、配送台数や距離が最適となるように自動配車が実行され、結果が地図上に描かれた配送ルートや配送リストなどとして出力される。自動配車においては詳細な背景地図データ（1/2500レベル）が用いられている。また、宅配便などの集荷業務の混在した配送パターンへも対応できるようになっている。イントラネット環境での利用が可能で、他の動態管理システムとの連携も考慮されている。別な例として、物流コストの削減を狙いに、現状と最新情報に基づくシミュレーション結果とを見比べながら最適なルートをその都度見直しできるようになっている例^[17]もある。システムに顧客情報や道路情報などを登録し、受注情報を基に物量に応じた最適ルートを選択し積載率の向上と車両台数の削減が図れるようになっている。

(2) 動態管理システム（モバイルGIS型）

GPS機能を用いると衛星からの電波を用いて移動体の位置（経度、緯度）を容易に求めることができる。GPS機能の普及により4、5年前から急速に提供されるようになったシステムが動態管理システムである。モバイルGISの代表例であり、物流分野以外にも各種の応用例が提供されている^[14]。GPSにより求めた移動体の位置情報をGIS上にリアルタイムに取り込み、車両などの移動状況を可視化することにより、医薬品や冷凍車などの運行状況の管理や顧客からの問合せへの対応の強化を図るものである。図5に動態管理システムの一例^[18]を示す。リアルタイムに車両位置を管理することにより、急な配送依頼にも対応可能であり、ルートの履歴も残せるため配送ルートの見直しもできる。ドライバとの連絡は携帯電話へのメッセージなどによる。

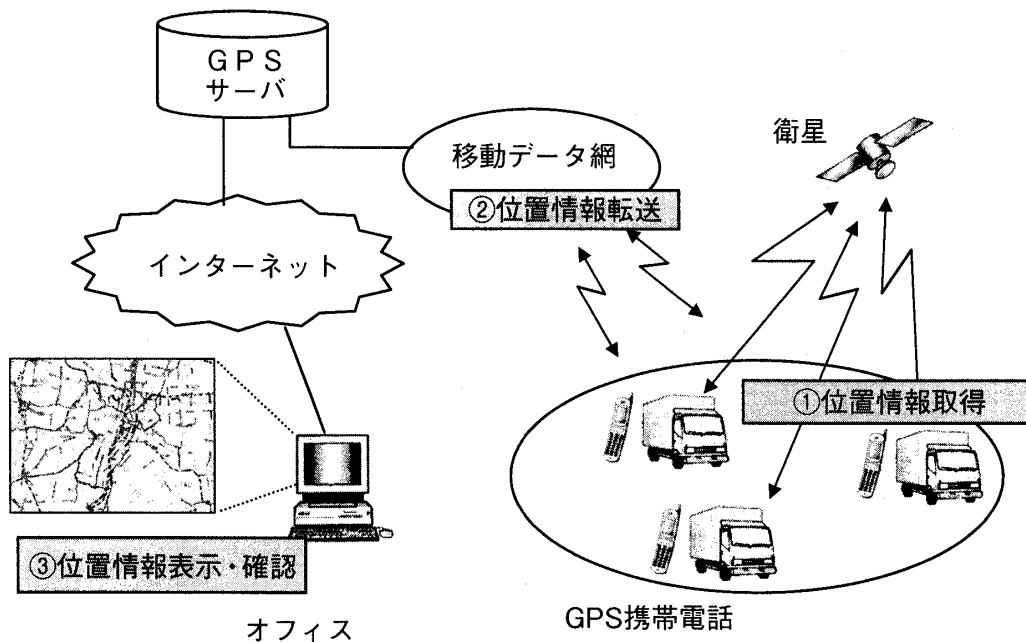


図5 動態管理システムの例^[18]

(3) 物流拠点の分析システム（スタンドアロン型）

また、物流拠点分析の支援のためのシステムがGISの応用として利用されている。一定時間内に到達可能なエリアを設定してそこでの売り上げ額、顧客数などが集計できたり、道路網コスト（距離や移動時間）に基づく拠点の統廃合・新設のシミュレーションなどが行える。現状のシステムは、顧客や道路網のデータ、地図データを利用して分析するものがほとんどである。拠点分析には、客観データだけでなく、システムのユーザに当たる企業が独自に有している実績データや物件データも加味される場合が多く、それが可能なようなシステムの作りとなっている。

4. 2 現状の活用例の検証

(1) GIS化して意味を持つ情報の観点からの検証

地図を基本とするGISの応用を考える場合、地図と結びつけて表現するのが有効な情報として以下の4点を挙げることができる。

①言葉で説明しにくいような位置情報：住所がわかっている、付近に目印となる駅や建物などがある場合は、それによって位置を説明することができるが、そのようなものが事前にわかっていない、あるいは存在しないような場合には、位置を説明する手段がない。地図上に当該場所が示されることによって正確にかつ短時間に位置が伝えられる。宅配を依頼する一般顧客の集荷先の情報を示す場合にも該当する場合がある。

②自由あるいは連続的な動きをするものの位置情報：時間とともに位置を変える移動体であっても、計画どおりの動きをしないようなものの現在位置を示したいような場合、

あるいは連続的に位置が変わるような場合の現在位置を示したいような場合、地図上の表現が有効と考えられる。雲や花粉の状況などがそれに当たるが、配送車両の現在位置や宅配依頼する歩行者の位置も同様と考えることができる。

③一覧させたいような複数の箇所（ポイント）の情報：ある時点のスナップショットによって、複数箇所に散らばる情報を表示させたいような場合に、地図上の表現が直接的で効果的である。

あるエリア内の荷主の分布、空車状態のバイクの分布などが該当する。また、配送される荷物・貨物は、始点と終点の情報が付随しており、（始点、終点）の対を単位に、その属性を一覧させるような場合も該当する。

④一覧させたい空間的な広がり（面積）の情報：入り組んでいる境界線がどうなっているか、重なり具合がどうなっているか、などを示すには、地図上のエリア毎に色分けなどを行って視覚的に示すことが可能である。数字や文字では表現しきれない。また、エリアの面積の大小、エリアとの包含関係も瞭然と示される。営業区域と荷主分布の包含関係を見たいような場合がこれに該当する。

現状の活用例と上記で整理した4種の情報との対応関係を表4に示す。

(2) 物流におけるGIS用途との関連

節3. 3の表3に5つの用途を示した。前節で示した現状のGIS活用例を表3に示す用途と対応づけると、配車計画支援システムが表3の①に対応し、動態管理システムが同じく②に対応し、物流拠点の分析が同じく④に、それぞれ対応している。表3に示す③「求車求荷マッチング支援」、④「モーダルシフトの検討支援」、⑤「配送トラブルの分析」などに対応する活用例は見当たらない状況である。

(3) 活用状況

なお、物流においてGISを活用したシステムは前節で説明した通りであるが、概して技術が先行し、十分には活用されていないのが現状のようである。物流におけるGISの活用に関するアンケート調査において、「すでに利用している」(7.7%)、「利用していないが検討している」(15.4%)、「具体的検討していないが関心がある」(15.4%)、「知っているが不要ない」(23.1%)、「知らない」(38.5%)といった結果がある^[19]。

4. 3 今後期待される活用法

物流の抱えている現状の課題を効果的に解決するためにも、節3. 3の表3に挙げる他の用途の活用法も有効と考える。また、一般消費者を対象とする多用途・小口配送の需要の増加に伴い、表4のGIS化して意味を持つすべての情報を扱うようなGISの活用法が今後の方向と考える。ここでは、今後期待される活用例として、以下の3点を提案する。

①求車求荷方式をベースとする多頻度・小口配送への活用

表4 現状の活用例とGIS化で意味を持つ情報との関係

現状の活用例	GIS化で意味をもつ情報			
	①言葉で説明しにくい位置	②自由・連続に動くものの位置	③一覧させたい複数のポイント	④一覧させたい空間的な広がり
(1) 配車計画支援システム	△（配送先・集荷地によっては、地図表示がよいような場所もあり）	—	◎（複数の配送先・集荷地の位置を一覧。ルートなども併せて表示）	—
(2) 動態管理システム	△（走行位置によっては地図表示がよいような場所もあり）	◎（配送車両・空車車両や荷物の位置を表示）	△（帰り荷対応で空車状態の車両を一覧させたい場合あり）	—
(3) 物流拠点の分析システム	△（荷主や配送拠点によっては地図表示がよいような場所もあり）	—	△（荷主の分布、配送拠点との位置関係の表示、荷物の量の分布など）	◎（荷主の分布、営業区域との包含関係の表示、テリトリの重なりなどの表示など）

◎：その活用で地図表示が最も有効な情報

△：その活用で地図表示が有効な場合がある情報

②貨物・荷物の流れ量を基本とする分析支援

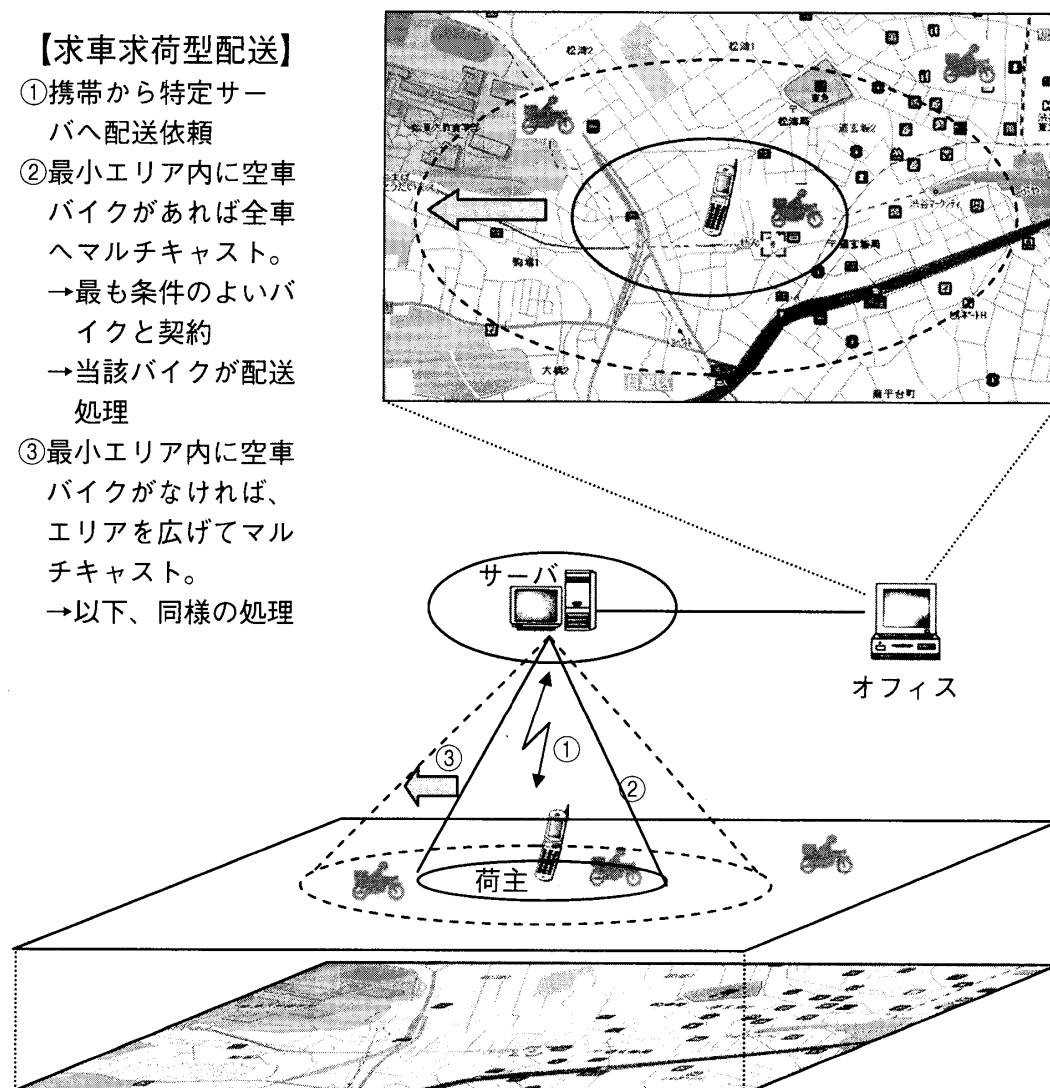
③配送トラブル分析への対応

(1) 求車求荷方式をベースとする多頻度・小口配送への活用

図6は求車求荷型の多頻度・小口配送へGISを活用した例を示している。これは、GPS機能付の携帯電話を持つ荷主がバイク便と契約して指定の宛先へ荷物を届けてもらうようなサービスである。携帯電話から業者の特定サイトへアクセスすると、当該サーバ経由で、最小エリア（例えば、荷主を中心とした半径5km以内）内の空車バイク（が存在する場合、全バイク）へ一斉放送形式で求車情報が飛ぶ。何らかの選択基準で1台の空車バイクが選択されて契約が成立すると、当該バイクが荷主のところへ集荷に向かい配送を行うという仕組みである。最小エリア内に空車バイクが存在しない場合には、エリアをさらに5km広げ同様のことを行う。エリア内の空車バイクの識別処理にGISを活用するもので、時間とともに位置を変えながら業務を行うバイクの状況と位置とをリアルタイムに管理することにより、効率のよい求車求荷マッチングを可能とする。小口配送の今後の需要拡大に柔軟に対応可能な方式の実現が可能と考えられる。

(2) 貨物・荷物の流れ量に基づく分析支援

今後期待される別な活用法として、貨物や荷物の流れ量を地図上に視覚的に表示するものが考えられる。従来の物流拠点分析においても、類似の表示はされているようであ



注) 携帯電話やバイクの位置はGPS機能の利用でわかっているものとする。

図6 求車求荷型の多頻度・小口配送への活用例

るが、流れ量を始点と終点で対にした形で地図上に表示させたものは見当たらない。即ち、節3. 3で導入した「物流トラフィック交流」を地図上に表示させることである。

この種のデータとしては、図7のようなEXCELの表で与えられているものがある^[20]が、表と数字のみでは感覚に訴えるものがない上、値の誤りがあっても気づきにくいなどの欠点がある。図8に示すように、GISを活用して、地図上に（始点、終点）の対で、方向を矢印に、量を線の太さなどに対応づけて視覚的に表示させることにより、今後の物流の重要なテーマである以下のような項目の分析の支援を積極的に果たせるものと考えられる。

①モーダルシフトの可能性分析

表Ⅳ-1-1 都道府県間流動量(品類別) - 重量 -																
品 類 名		合 計														

表Ⅳ-1-1 都道府県間流動量(品類別) - 重量 -																										
品 類 名		合 計																								
都道府県																										
北海道		青	森	岩	手	宮	城	秋	田	山	形	福	島	茨	城	栃	木	群	馬	場	玉	千	葉	東	京	神
残都道府県																										
9	北 海 道	1,466,832	6,806		454	22,392	5,606		8,166	1,481	2,242		835	2,148	6,907	24,060	23,365									
10	青 森	27,635	240,456	16,337	5,990	7,329		766	707	27,715	364	258	2,004	7,196	10,213											
11	岩 手	3,934	12,973	231,432	35,310	9,734		1,720	24,494	25,313	1,363	1,035	3,550	4,403	5,454											
12	宮 城	4,889	8,740	29,556	381,590	7,855		15,757	15,951	2,800	1,665	1,629	6,445	4,622	13,082											
13	秋 田	6,096	1,389	1,265	7,980	193,933		1,295	834	898	762	403	3,138	1,694	2,559											
14	山 形	5,043	399	2,791	9,451	2,531	153,982	3,501	572	2,980	1,164	12,796	1,736	4,217												
15	福 島	783	1,802	15,471	10,111	1,480	17,729	324,101	17,835	10,148	2,971	8,445	6,283	7,243												
16	茨 城	13,805	14,021	1,108	11,020	1,093	1,476	13,575	332,427	24,874	17,449	39,230	88,750	48,700												
17	栃 木	2,458	1,089	1,400	3,889	413	2,735	17,379	14,148	364,142	31,994	86,814	25,718	27,255												
18	群 馬	1,163	408	849	4,103	464	834	4,270	10,106	62,895	391,186	79,179	7,028	22,769												
19	埼 玉	3,500	1,274	1,423	4,549	5,464	1,542	3,932	32,154	22,182	38,817	377,212	54,546	140,108												
20	千 葉	42,530	15,316	2,486	30,199	1,420	2,758	34,688	71,853	23,595	33,905	63,056	708,784	165,565												
21	東 京	4,187	5,552	2,234	4,698	1,593	2,319	6,327	47,631	14,293	14,146	122,250	62,998	629,801												

図 7 EXCELベースの流動量の統計データ例 ^[20]

②物流拠点などの立地検討

③道路や港などのインフラ整備の検討

なお、図 8 は、あくまでもイメージ図であり、視覚的に表現する方法については、GIS自身の検討が必要であろう。また、(始点、終点)の品目毎の量のデータの収集が必要となるが、物の位置の可視化に寄与し得るICタグとネットワークとの連動により容易に可能となるものと考えられる。

(3) 配送トラブルの原因分析支援

配送の過程では各種のトラブルが発生し得る。例えば、届け時刻に遅れた、数量が合わない、破損あるいは腐った状態で届いた、などである。それらの原因を明らかにし再発防止のためのアクションを講じることが社会的責任を全うするためにも、また経営上の損害を最小限に食い止めるためにも必要なことである。企業としてのリスク管理の一環として、配送トラブルへの対応は今後の重要な課題のひとつと考えられる。

この課題への対応策として、過去に発生したトラブルの統計を位置情報と関連付けて蓄積し、それを地図上に表示することによって原因を探るという活用法も考えられる。

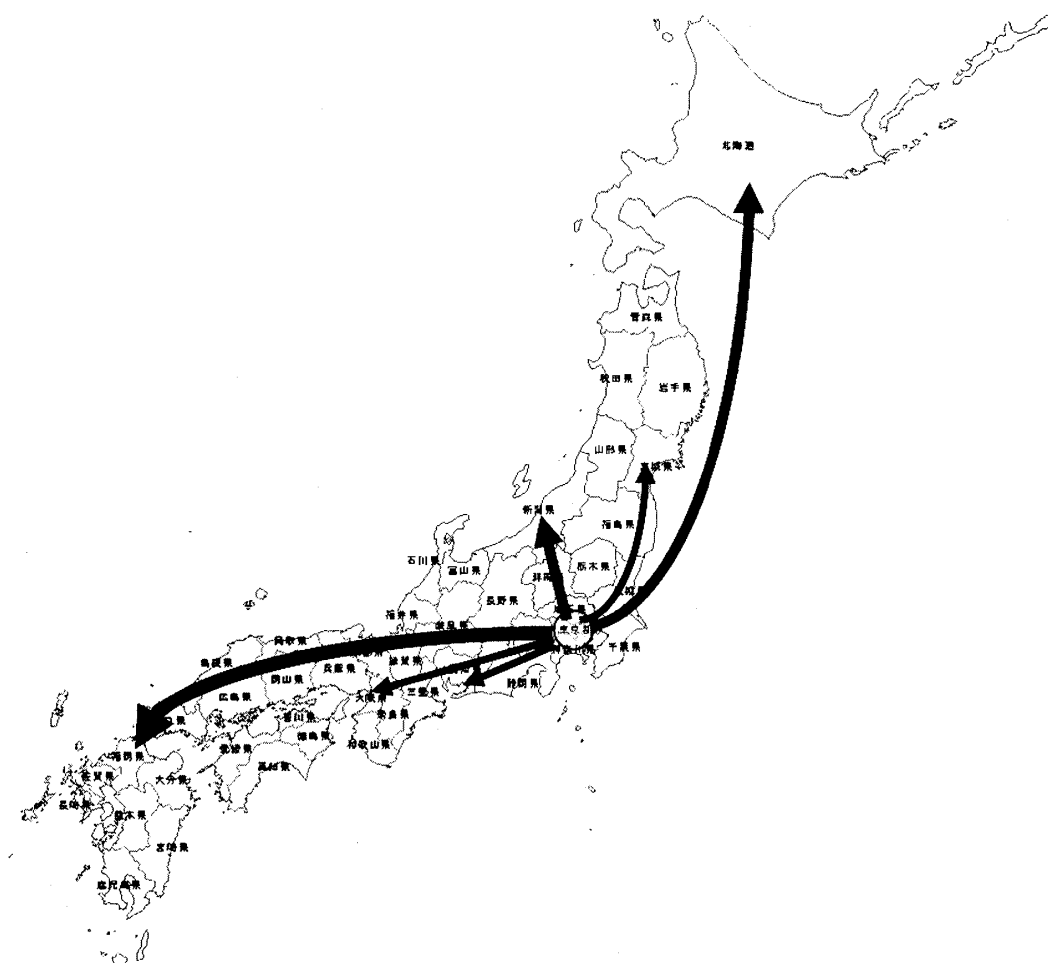


図8 物流トラフィック交流の表示のイメージ

5. むすび

以上、本論文では、最近のGISの進展を考慮し、その応用分野のひとつである物流を取り上げ、GISの活用法について基本的な整理を行い、現状の活用レベルを検証するとともに今後期待される活用法の提案を行った。結果を以下に要約する。

(1)物流への活用を考え方を以下のように整理した。即ち、最近の物流が抱えている課題を、物流コスト削減、多頻度・小口配送需要への対応、付加価値付き配送の導入、環境重視の物流の4点に整理し、これらの課題の解決のためにGISがどのような役割を果たし得るかの観点からGISの用途として、①配車・配送計画支援、②荷物・車両のリアルタイム追跡、③求車求荷方式におけるマッチング支援、④物流拠点分析・モーダルシフト検討支援、⑤配送トラブル分析支援、の5点をリストアップした。

(2)物流分野における現時点の活用例を示し、GIS化して意味を持つ情報の利用状況、

上記でリストアップされた用途との関係などから検証を行い、今後さらに活用の余地があることを明らかにした。

(3)今後、期待される活用法として、求車求荷方式をベースとする多頻度・小口配送の実現支援、物流トラフィック交流の表示によるモーダルシフト検討支援、配送トラブル分析支援を提案しその概要を示した。

GISは地球上の位置に関係づけられた情報を扱うシステムであるため、地球上の営みについてはすべてのものが関係すると言ってもよい。技術はますます進展していくが、それに伴い技術をいかに活用していくかがこれからの産業の成否の鍵を握る。産業のニーズと技術とがうまくかみ合った時に大きな成果が期待できる。物流におけるGISの利用形態として、これまではスタンドアロン型が主流であった。インターネットの進展、モバイル端末の高機能化により、今後はWebを基本とするGISの活用法も積極的に模索していく必要があると思われる。

参考文献・サイト

- [1] <http://www.zenrin.co.jp/product/z6-lineup.html> (ゼンリン電子地図帳Z6, ゼンリン).
- [2] <http://www.mapple.net/smd/index.html> (Super Mapple Digital, 昭文社).
- [3] <http://www.alpsmap.co.jp/consumer/pcsw/paw3/> (プロアトラスW3, アルプス社).
- [4] <http://tiger.census.gov/cgi-bin/mapbrowse-tbl> (米デジタルオンライン地図, TIGER).
- [5] <http://www.gsi.go.jp/MAP/CD-ROM/cdrom.htm> (数値地図, 国土地理院).
- [6] <http://www.gsi.go.jp/GIS/whatisgis.html> (GISとは, 国土地理院).
- [7] http://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/gis/about/about_f.html (地理情報システムについて, 国土交通省国土計画局).
- [8] <http://gisclh01.dpc.or.jp/gxml/contents/egfrontend/> (簡易WebGISサイト構築ツール「e-G Frontend」, データベース振興センター).
- [9] 久保田光一, 有川正俊: 空間情報交換のための標準G-XML, 電子情報通信学会誌, Vol.87 No. 2, pp.94-100, 2004.
- [10] <http://www.opengis.org/docs/02-023r4.pdf> (GML3.0, OGC: Open GIS Consortium).
- [11] <http://www.isotc211.org/> (19136 Geographic information-Geography Markup Language(GML), ISO/TC211).
- [12] 東明佐久良: 完全図解ビジュアルGIS, オーム社, 平成14年10月30日.
- [13] 東明佐久良: 位置情報サービス (LBS: Location Based System) 標準の展開, 電子情報通信学会誌, Vol.87 No. 2, pp.101-107, 2004.
- [14] たとえば, <http://www.dlpsservice.jp/index2.php> (GPS位置情報サービス, NTTドコモ).
- [15] 宮前直幸: 物流可視化に向けた位置情報の標準化, NRI Consulting NEWS, No.14, 2003年9月.

- [16] <http://www.pasco.co.jp/business/products/logistar/item.html> (LogiStar, パスコ).
- [17] <http://www.msr.mes.co.jp/gis/butsu.htm> (EGプランナー, 三井物産).
- [18] <http://www.trabox.ne.jp/tragps/> (Tr@GPS, トラボックスネット).
- [19] http://www.v-logi.jp/keyword/keyword_bk.htm (注目のキーワードGIS, セイノー情報サービス).
- [20] <http://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/census/census.html> (第7回全国貨物純流動調査(物流センサス)結果, 国土交通省).